

APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

APPLICATION OF VALUE STREAM MAPPING IN A MECHANICAL METAL INDUSTRY

LEANDRO DAMICO PUCHE

PROFa. MSC. SYNTIA LEMOS COTRIM

Resumo

Ser competitivo em um mercado em que os clientes são cada vez mais exigentes em relação a qualidade, inovação e preço, não tem sido tarefa fácil para a maioria das empresas. Para atingir objetivos e continuar ativos em um país onde a crise econômica vem atingindo todos os setores fabris, uma filosofia inovadora surge para trazer esperanças às empresa: O pensamento enxuto. Neste trabalho consta a abordagem da nova filosofia de produção e o uso de uma das ferramentas que impulsionam análises sobre as atividades que agregam valor aos processos e ao produto final, o Mapeamento de Fluxo de Valor. Nele consta como o trabalho foi desenvolvido e as melhorias propostas e realizadas durante os últimos anos. Com este trabalho é possível verificar que, com a análise feita através de uma ferramenta Lean, foi possível traçar planos de ações com a finalidade de eliminar desperdícios no processo produtivo e agregar valor ao produto final, e como resultado houve uma redução em mais de 40% no tempo total de produção, além de melhorias pontuais no processamento e melhor alocação de recursos materiais e humanos no dia a dia de trabalho. Com essas mudanças, vê-se o quanto é fundamental uma empresa estar em busca de melhorias e espelhar-se em cases de sucesso que acontecem ao redor do mundo.

Palavras-chave: mapeamento de fluxo de valor; produção enxuta, industria metal mecânica;

Abstract

Being competitive in a market where customers are increasingly demanding regarding quality, innovation and price, has not been easy task for most companies. To achieve goals and remain active in a country where the economic crisis has hit all manufacturing sectors, an innovative philosophy emerges to bring hope to the company: Lean thinking. In this work the approach of the new production philosophy and the use of one of the tools that impel analyzes on the activities that add value to the processes and to the final product, Value Stream Mapping, are presented. It shows how the work was developed and the improvements proposed and carried out during the last years. With this work it is possible to verify that, with the analysis done through a Lean tool, it was possible to draw action plans with the purpose of eliminating wastes in the productive process and to add value to the final product, and as a result there was a reduction in more than 40 % in total production time, in addition to timely improvements in processing and better allocation of material and human resources in day-to-day work. With these changes, one sees how critical it is for a company to be looking for improvements and mirroring itself in successful cases that take place around the world.

Key-words: value stream mapping; lean manufacturing; mechanical metal industry;

1. Introdução

O Cenário econômico de um país, é um fator impactante para a sobrevivência das empresas que nele se situam, e uma das formas utilizadas pelas empresas, é o pensamento *Lean*, modelo criado pelo Sistema Toyota de Produção. A necessidade das empresas japonesas em competir com as empresas norte americanas Ford Company e General Motors, no mercado automobilístico, fizeram com que o Sistema de Produção Lean ou Sistema Toyota de Produção fosse criado (Liker, 2006). De acordo com Rother e Shook (2009), tudo que se busca através da produção enxuta é construir um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando ele necessita. Para Machado (2008), o Sistema Toyota de Produção, ligado diretamente ao princípio *Just-in-time* (JIT), já havia sido desenvolvido pela indústria de carros japonesa nos anos 50, quando esta indústria passava por um momento de crise.

A constante busca pela excelência, tem feito com que as empresas exijam um conhecimento minucioso de todos os seus recursos utilizados a fim de diminuir os desperdícios encontrados nos processos e dar foco aos processos que agregam valor ao seu produto ou serviço final. A sobrevivência das empresas tem sido um desafio nos dias atuais de crises financeiras, e para conseguir contornar essa situação, as organizações estão em busca de novas técnicas que desenvolvam sistemas administrativos ágeis capazes de suportar as constantes mudanças dos cenários econômicos e se firmarem no mercado de trabalho (Amasaka, 2007). O Sistema de Produção Enxuta visa suprir as necessidades de uma fábrica utilizando somente os itens necessários, mão de obra e movimentação eficaz dentro do processo produtivo, em busca do equilíbrio entre os processos que agregam valor e eliminando os desperdícios que não agregam valor ao produto final (Mafra e Santo, 2015). As pequenas e médias empresas apresentam dificuldade em implementar a filosofia Enxuta em seu sistema produtivo, devido as diferenças entre os processos produtivos, altos volumes de estoques intermediários e finais, falta de controle de matéria prima e um *Layout* que dificulta a movimentação dos colaboradores. Para a aplicação do conceito *Lean*, a ferramenta *Value Stream Mapping* é utilizada com a finalidade de identificar e entender tudo o que ocorre nas Organizações em termos de processos e fluxos de matérias e informações (Oliveira; Corrêa; Nunes, 2014). A ferramenta *VSM* é capaz de identificar e evidenciar as perdas existentes no processo produtivo, monitorar o *Lead Time*, mostrando os desperdícios existentes e suas restrições, analisando de uma forma tanto global quanto pontual o processo, propiciando o aumento do valor agregado ao produto (Salgado ET AL, 2009).

O trabalho foi realizado para que o fluxo de informações e processos de uma família de equipamentos sejam estritamente mapeados, levantando o tempo total levado para produzir, utilizando o Mapa de Fluxo de Valor, analisando os processos, e contabilizando a quantidade de dias que o mesmo leva para ficar pronto.

Para obter o grupo de produtos a serem estudados, foi utilizada uma das 7 ferramentas da Qualidade, o Gráfico de Pareto, que tem por finalidade estreitar relações entre um tipo de pesquisa e facilitar tomadas de decisões de acordo com o número de ocorrências dos eventos estudados, permitindo a priorização dos problemas (Carpinetti, 2016.).

Após análise e identificação da família de produtos que foram estudados, foi identificado quais etapas agregam valor aos produtos finais propostos e quais etapas não agregam valor, para que pudessem ser tratadas, e propostas melhorias. Além disso, esse trabalho ajudou na determinação do prazo de entrega com os clientes, já que após realizado o estudo foi criado um novo Mapa com as melhorias e redução do tempo de entrega. O projeto ajudou a identificar os responsáveis dos processos verificando sua produtividade. Com o tempo coletado, oferecer dados para analisar as atividades que agregam valor; prevenir retrabalho, enxugar o processo e a redução dos custos.

Por meio do Mapeamento do Fluxo de valor Atual, será possível visualizar a cadeia produtiva por completo, podendo assim, analisar a interação entre as informações e processos existentes, observando as atividades que agregam e não agregam valor ao produto final.

A finalidade do trabalho foi levantar o tempo necessário para produzir a família de produtos que ocupam 85% das vendas da empresa, e conseqüentemente a maior parte dos recursos disponíveis, pois assim, permitirá avaliar melhor o prazo de produção e de entrega para os clientes, e principalmente eliminar os processos que não agregam valor na sua cadeia produtiva através de um novo Mapa de Fluxo de Valor Futuro e dessa maneira diminuir o tempo de entrega ao cliente, obtendo mais um diferencial competitivo de venda.

Como objetivo específico deste trabalho, foi realizado o Mapeamento do Fluxo de Valor Atual e Futuro de uma família de produtos em uma indústria Metal Mecânica de Maringá, e como objetivos específicos, a fim de atingir os resultados esperados, após o desenho do Mapa de Fluxo de Valor atual do Produto, os processos gargalos foram identificados e os tempos obtidos através da cronoanálise foram analisados junto às atividades que não agregam valor ao produto final e dessa maneira, um novo modelo de Mapa de Fluxo de Valor Futuro foi desenhado com as novas mudanças propostas nos processos, buscando a diminuição efetiva do tempo de fabricação do produto.

O trabalho encontra-se estruturado em 5 sessões, além desta introdutória a segunda sessão é composta pelas referências bibliográficas relevantes para a pesquisa, na sessão 3 é descrito o método de pesquisa proposto, na sessão 4 é descrito o desenvolvimento do projeto juntamente com seus resultados e discussões, como conclusão tem-se a quinta sessão, e para for fim encontra-se as referências utilizadas para composição do trabalho realizado.

2. Referencial Teórico

2.1. Lean manufacturing

A Filosofia *Lean Manufacturing*, foi desenvolvida no Japão por Taiichi Ohno, após vários anos de estudos e percepções sobre melhorias baseadas nos processos produtivos dos Estados Unidos da América. Ele Trabalhou e aprimorou as técnicas norte-americanas, trazendo-as à realidade japonesa, onde havia muita escasses de matéria-prima e espaço físico, visto que o país acabara de passar por uma guerra mundial. A Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing*, filosofia precursora no Japão, pela empresa Toyota, visa a produção do produto necessário, na hora certa e na quantidade correta, mais conhecido com *Just in Time*, que pode ser definido como uma abordagem que busca aprimorar os processos de produção eliminando os desperdícios encontrados ao longo da fabricação, fazendo com que ocorra uma diminuição nos custos de produção (Slack, 1999). Neste contexto, as empresas buscam combinar técnicas gerenciais com a finalidade de se tornarem referências em seu mercado consumidor (Bartz, 2013).

Os desperdícios de uma produção, devem ser eliminados para se obter um melhor processo de produção. São considerados desperdícios de produção tudo aquilo que não agrega valor aos olhos do cliente (Ortiz, 2006). Esses desperdícios, de acordo com Ohno (1988), são provenientes de: superprodução, grandes estoques, sobreprocessamento, movimentações não necessárias, transporte, esperas e defeitos.

Para identificar os desperdícios e melhorar os processos de produção, o Sistema enxuto de produção possui várias ferramentas e técnicas usualmente utilizadas pelas organizações, tais como MFV, *Kaizen*, *Six Sigma* entre outras (Shingo, 1996).

Segundo Hines (2010), as empresas precisam analisar e determinar qual é a necessidade de seus clientes e buscar satisfazê-los, para que possam cobrar o preço que os clientes estão dispostos a pagar para manter-se no mercado. O conceito de valor é criado pela necessidade de utilização de um produto, o valor é aquilo que o cliente está disposto a pagar (Oliveira, 2008). De acordo com Santos (2015), os clientes não estão dispostos a pagar por processos que não agregam valor ao produto adquirido.

Para Duncan e Ritter (2014), ainda não pode se acreditar que a filosofia Produção Enxuta já tenha alcançado seu total potencial. No entanto, muito do que já se sabe sobre a filosofia, faz com que as empresas alcancem seus objetivos.

2.2. Mapeamento de Fluxo de Valor

Uma das primeiras ferramentas a ser abordada para se implantar os princípios da produção enxuta, segundo Fullman (2009), é o mapeamento do fluxo de valor (*Value Stream Mapping (VSM)*), pois essa ferramenta, trás como resultado, a facilidade em evidenciar processos problemáticos, destacando oportunidades de melhorias.

De acordo Pires (2008), o MFV está focado na otimização e padronização dos processos envolvidos dentro do sistema de produção como um todo e direciona sua análise para o dimensionamento de tempos. Pode-se verificar isto através dos esforços sugeridos pelo método para que se reduza o *lead time* e para que se produza de acordo com o *takt time*, formando assim um fluxo contínuo. Além disso, destaca como aspecto fundamental, para o entendimento do MFV, os fluxos de materiais e de informação.

Do ponto de vista de Liker (2006), quando se consegue reduzir o *Lead Time* e foca-se em manter as linhas de produção flexíveis, as empresas obtêm uma melhor produtividade, melhor utilização do *Layout* e melhor qualidade dos seus produtos.

Fluxo de valor é toda a ação que agrega ou não valor, necessário para a confecção de um produto, seja este qual for. Para obter uma visão completa, deve se observar o processo de produção por inteiro, desde os fornecedores até o cliente. Deve-se, portanto, ter uma visão ampla, considerando todos os processos e as melhorias, buscando maior grau de eficiência e eficácia (Costa El at., 2013).

Mapear um processo, segundo Rother e Shook (2009), não indica que ele se tornará enxuto, o mapeamento é apenas uma questão de técnica utilizada para que planos de ações possam ser tomados. Quando se mapeia um processo, há uma facilidade em enxergar o fluxo que agrega e não agrega valor ao processo e ao produto, sendo assim, fica mais fácil de evidenciar a visão de estado ideal, e implementar melhorias.

Valor pode ser definido como tudo o que o cliente reconhece como valor: a cor, a forma, a embalagem, o serviço de entrega, a forma de comprar, o preço, a marca; tudo isso pode ser valor desde que o cliente o considere. Além disso, pode-se dizer que é um atributo avaliado pelo cliente na hora de decidir entre em que concorrentes ele irá comprar. Portanto, pode-se dizer que valor é todo atributo que o cliente está disposto a pagar por ele (WOMACK; JONES, 2004).

Womack e Jones (2004) conceituam o mapeamento do fluxo de valor estendido, que vai ao encontro do conceito desenvolvido por Rother e Shook, porém diferenciando-se pelo fato de contemplar produtos correntes ou futuros. Desta forma, Womack e Jones (2004) conceitua um fluxo de valor estendido como sendo toda ação (agregando valor ou não) para levar um produto desde a matéria-prima até os consumidores. As ações mapeadas consistem em dois fluxos, o de pedidos fluxo acima, partindo do cliente em direção ao fornecedor; e o de pedido fluxo abaixo, da matéria-prima em direção ao cliente.

A partir da eliminação de desperdícios e alinhando os processos aos quais estão submetidos os produtos é possível implantar um fluxo contínuo, que é fazer o que o cliente deseja segundo a sequência das atividades devidamente organizadas para que não ocorram interrupções. Produzir dessa maneira reduz significativamente os custos de operações, devido principalmente a dois motivos: o risco de não entregar o que cliente quer no momento exato que ele quer; e o risco de que os processos sejam interrompidos, gerando enormes desperdícios de tempo, que poderia ser utilizado no desenvolvimento de melhorias produção de outros bens (ZAWISLAK; MARODIN; GERBER, 2003).


















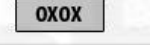


A identificação e análise da cadeia de valor mostram que ocorrem três tipos de atividades ao longo do processo: atividades que agregam valor; atividades que não agregam valor, mas que são necessárias e atividades que definitivamente não agregam valor e precisam ser eliminadas (WOMACK; JONES, 2004).

A identificação dos processos críticos é de vital importância no cenário competitivo atual, já que permite à organização concentrar sua atenção e alocar os recursos, principalmente, nos processos que estão mais fortemente alinhados com as estratégias da empresa. Com isso, garante-se que a organização aperfeiçoe os processos que efetivamente conduzirão a um sistema mais eficiente e eficaz, adaptável às necessidades dos clientes, por isso, faz-se necessário um estudo para entender os processos gargalos, gerar uma visão sistêmica e entender os envolvidos no processo (MATT, 2014).

Em relação às vantagens que a utilização desta ferramenta apresenta, Shook (2009) aponta as principais: a) Ajuda a visualizar mais do que os processos individuais; b) Ajuda a identificar o desperdício e suas fontes; c) Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura; d) Facilita a tomada de decisões sobre o fluxo; e) Aproxima conceitos e técnicas enxutas, ajudando a evitar a implementação de ferramentas isoladas; f) Forma uma base para o plano de implantação da Mentalidade Enxuta; g) Apresenta a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material; h) É uma ferramenta qualitativa que descreve, em detalhes, qual é o caminho para a unidade produtiva operar em fluxo.

Entendido que para mapear os fluxos e ter um bom entendimento do MFV utilizam-se ícones e símbolos padronizados para mapear os estados, atual e futuro. Estes dividem-se em três categorias: fluxo de material, fluxo de informação e ícones gerais, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Simbologia utilizada no VSM

	- Fonte Externa		- Fluxo de informação eletrônica
	- Caixa de Dados		- Fluxo de informação manual
	- Caixa de Processos		- Sistema puxado
	- Operadores (múltiplos)		- Sistema FIFO (Primeiro que entra, primeiro que sai)
	- In-Box (Fila de Informação)		- Caixa de informação
	- Inventário e WIP (Work In Progress)		- Fluxo de entrega
	- Linha do tempo segmentada		- Caminhão de entrega
	- Fim de linha do tempo		- Kanban
			- Sistema de carga e descarga
			- Sistema sequenciado pull ball
			- Atividade de Melhoria

Fonte: Silveira (2012)

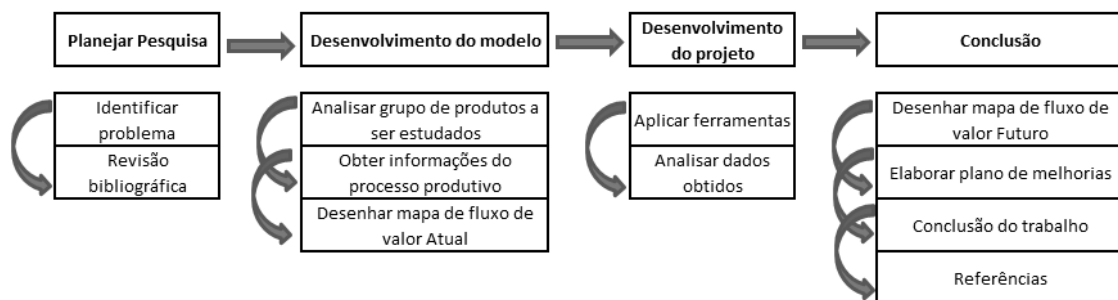
O *Lead time* pode ser entendido como uma medida do tempo gasto pelo sistema produtivo para transformar matérias-primas em produtos acabados. Ao acompanhar o fluxo produtivo de um item, é possível identificar, quatro grupos de tempo que compõem o *lead time*: esperas, que é o componente de maior peso que compõe o *lead time*, processamento, inspeção e transporte. De acordo com Moróz (2009), *takt time* é o tempo que a indústria deve produzir um produto para atender a demanda desejada pelo cliente. Conforme Rother e Shook (2009), o *takt time* é usado para sincronizar o ritmo da produção para acompanhar o ritmo das vendas. O conceito de setup pode ser definido como todas as tarefas necessárias desde quando completou a última peça do lote anterior até que se tenha feita à primeira peça do lote posterior (MOURA, 1996). O Tempo de Ciclo é o intervalo de tempo entre unidades sucessivas que saem de um processo, ou seja, o tempo transcorrido entre a repetição do início ao fim da operação. Significa também o tempo para que o operador complete o ciclo de trabalho para uma unidade (MOURA, 1996).

3. Método de Pesquisa

A natureza da pesquisa desenvolvida nesse projeto é caracterizada como pesquisa aplicada, de acordo com Gil (2007), pois pretende-se gerar conhecimento na prática para solucionar um problema, visto que, após os levantamentos de dados e conhecimento detalhado sobre o cenário da organização, deverá se aplicar soluções aos problemas e gargalos encontrados, a fim de atingir o objetivo principal: diminuir o *Lead Time* do processo produtivo.

Sobre a abordagem, segundo Gil (2007), o trabalho se caracteriza como uma pesquisa quantitativa. Esse tipo de pesquisa é aplicado quando se tem dados e os resultados serão traduzidos em números capazes de ser analisados. O estudo é realizado através de análises e interpretações, portanto não se aplica ferramentas estatísticas. Para os objetivos, a pesquisa é descritiva, e descreverá as características dos processos e suas relações entre as variáveis, envolvendo levantamento de dados. Quanto aos procedimentos técnicos, o trabalho é uma Pesquisa-ação, pois segundo Gil (2007) o projeto envolve o aprofundamento de uma realidade específica, com resolução de um problema coletivo, onde o pesquisador e os representantes estão envolvidos de forma participativa. O projeto foi desenvolvido segundo a Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma deste trabalho



Fonte: Autoria própria (2017)

De acordo com a Figura 2, os processos para a realização do trabalho foram:

- Revisão bibliográfica dos conceitos relacionados (mapeamento do fluxo de valor, Sistema *lean* e modelagem de processos) através de pesquisas em livros e artigos publicados embasados na mesma metodologia;
- Obter as informações dos processos produtivos por meio de observações no dia a dia da fábrica, utilizando métodos de medições dos tempos através de cronoanálise realizada *in loco*, e questionários com as pessoas envolvidas no processo;
- Desenhar o Mapa do Fluxo de Valor Atual, baseado nas informações obtidas, em ferramenta excel;

- Analisar os dados de processamento, tempos de produção e das atividades que interferem no processo produtivo, através de gráficos gerados pela ferramenta excel;
- Elaborar um plano de melhoria para os gargalos encontrados durante o mapeamento atual, e propor mudanças para a empresa, em reuniões, demonstrando resultados obtidos e ferramentas apropriadas para obter o resultado esperado;
- Desenhar os possíveis Mapas do Fluxo de Valor Futuro em ferramenta excel, e escolher o que mais se adequa a realidade e necessidade da empresa. A Figura 2 apresenta a relação entre a pesquisa e o desenvolvimento do modelo de mapeamento do fluxo de valor.

4. Desenvolvimento

4.1. Contextualização da empresa

Fundada em 2006, a empresa estudada foi criada baseada em produtos e ideias vindas da China, voltadas para a fabricação de equipamentos de ginástica. A Prefeitura de Maringá-PR, teve a ideia de trazer para a população local, o projeto Maringá Saudável, que uniria a revitalização de praças e áreas públicas com a prática de exercícios físicos, com a intenção de melhorias na saúde da população, principalmente as que se enquadravam na faixa etária da terceira idade.

Para atender essa necessidade, o projeto foi apresentado ao fundador da empresa, que teve o interesse e a responsabilidade da criação e fabricação dos equipamentos que fariam parte de um circuito de exercícios que viria a se chamar Academia da Terceira Idade (ATI), tornando-se pioneira no ramo.

Os equipamentos criados, fabricados a partir da transformação de tubos e chapas em aço carbono, tornaram-se em pouco tempo um produto que se espalhou por todo o território Brasileiro, atendendo hoje mais de 1100 cidades em todos os estados do País, com mais de 12000 academias instaladas.

Com o sucesso dos equipamentos, novas linhas foram lançadas a fim de atender todas as faixas etárias e tipos de necessidades, Academia da Primeira Idade (API), Academia para Jovens e Adultos (AJA) e Academia para Deficientes físicos (APADEF), e cada vez mais o ramo vem se consolidando no mercado nacional.

4.2. Diagnóstico inicial e proposta

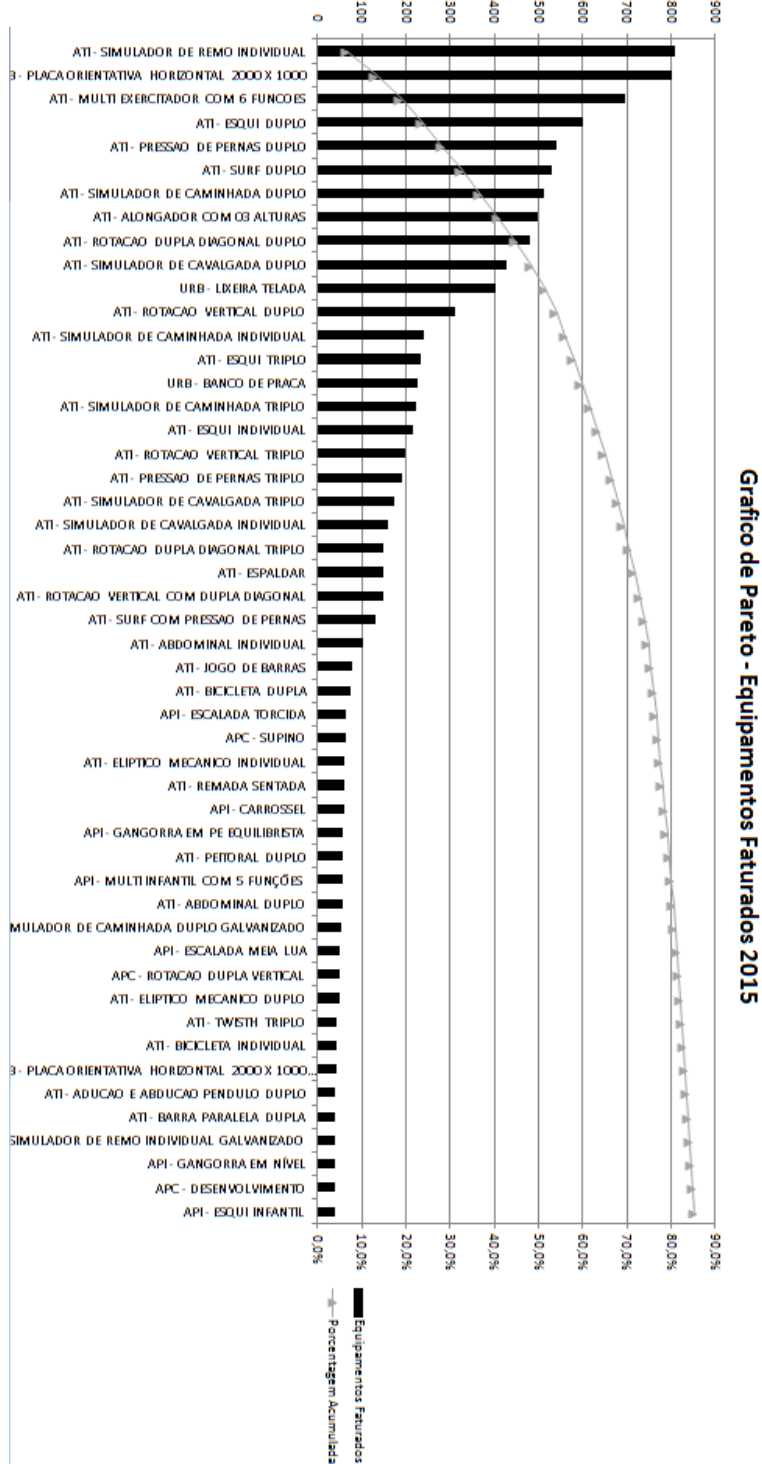
A empresa estudada é uma empresa familiar situada na cidade de Maringá – PR e é considerada uma empresa de médio porte. O processo produtivo conta com 5 setores distintos, conformação, solda, pintura, montagem e carregamento, cada setor liderado por um coordenador específico ,

e mais 3 subsetores que interligam os processos, almoxarifado entre conformação e solda, almoxarifado de peças soldadas e almoxarifado de peças para montagem, também liderados por líderes específicos, todos subordinados diretamente da Diretoria administrativa.

Devido ao rápido crescimento, a empresa que hoje apresenta um quadro de aproximadamente 100 colaboradores, necessita constantemente de mudanças e melhorias para suportar as exigências do mercado e atender o cliente nas suas especificações e necessidades no prazo estabelecido, com a qualidade proposta e com um preço justo.

Para isso, uma análise através de um gráfico de Pareto, com a finalidade de canalizar os esforços ao grupo principal de produtos vendidos nos últimos anos foi realizada. De acordo com a Figura 3, temos um gráfico com os produtos faturados no ano de 2015, e através dele, é possível observar quais são os equipamentos que somam uma parcela significativa em número absoluto do total de vendas feitas e conseqüentemente produzidos pela empresa. Esses números estão representados individualmente por cada equipamento nas barras verticais, e a somatoria, em percentual em uma escala de 0% a 100%, é representada por pontos ligados por uma linha em sentido horizontal, como pode-se observar nas Figuras 3 e 4.

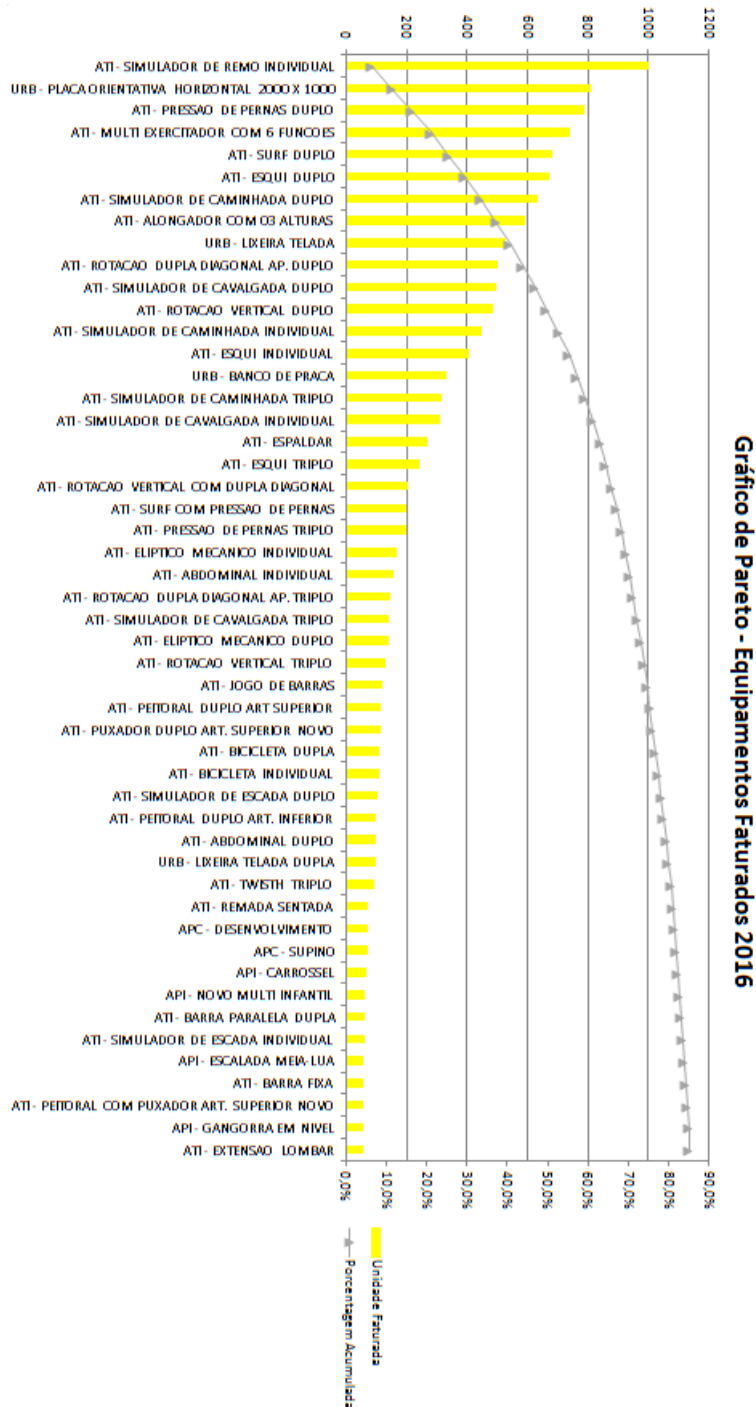
Figura 3 – Gráfico de Pareto – Total de número de equipamentos faturados em 2015



Fonte: Autoria própria (2017)

Com a intenção de verificarmos se os equipamentos mais vendidos e produzidos não possuem uma variação inconstante durante períodos curtos, um novo gráfico de Pareto com o total de produtos faturados, agora com referência o ano de 2016, como mostra a Figura 4, também foi criado e analisado, com as mesmas observações e propriedades da Figura 3.

Figura 4 – Gráfico de Pareto – Total de número de equipamentos faturados em 2016



Fonte: Autoria própria (2017)

Após analisar os gráficos de Pareto, foi confirmado que os itens mais vendidos no ano de 2015, também fazem parte dos mais vendidos em 2016. E assim, uma tabela foi criada com a intenção de listar os itens que aparecem nos gráficos e os seus processos respectivamente, com a finalidade de agrupar os produtos que possuem os mesmos processos, e classificá-los como uma mesma família, como segue o Quadro 1.

Quadro 1 – Família de produtos e processos

Produtos	Conformação	estoque PCP	Solda manual	Solda Robô	Estoque PA	Pintura	Montagem	Carregamento
ATI - Simulador de remo	x	x	x	x	x	x	x	x
URB - Placa Orientativa	x		x			x		x
ATI - Multi exercitador	x	x	x	x	x	x	x	x
ATI - Esqui duplo	x	x	x	x	x	x	x	x
ATI - Pressão de pernas duplo	x	x	x	x	x	x	x	x
ATI - Surf duplo	x	x	x	x	x	x	x	x
ATI - Simulador de caminhada duplo	x	x	x	x	x	x	x	x
ATI - Alongador com 03 alturas	x	x		x	x	x	x	x
ATI - Rotação dupla diagonal	x	x	x	x	x	x	x	x
ATI - Simulador de cavalgada duplo	x	x	x	x	x	x	x	x
URB - Lixeira	x		x			x	x	x

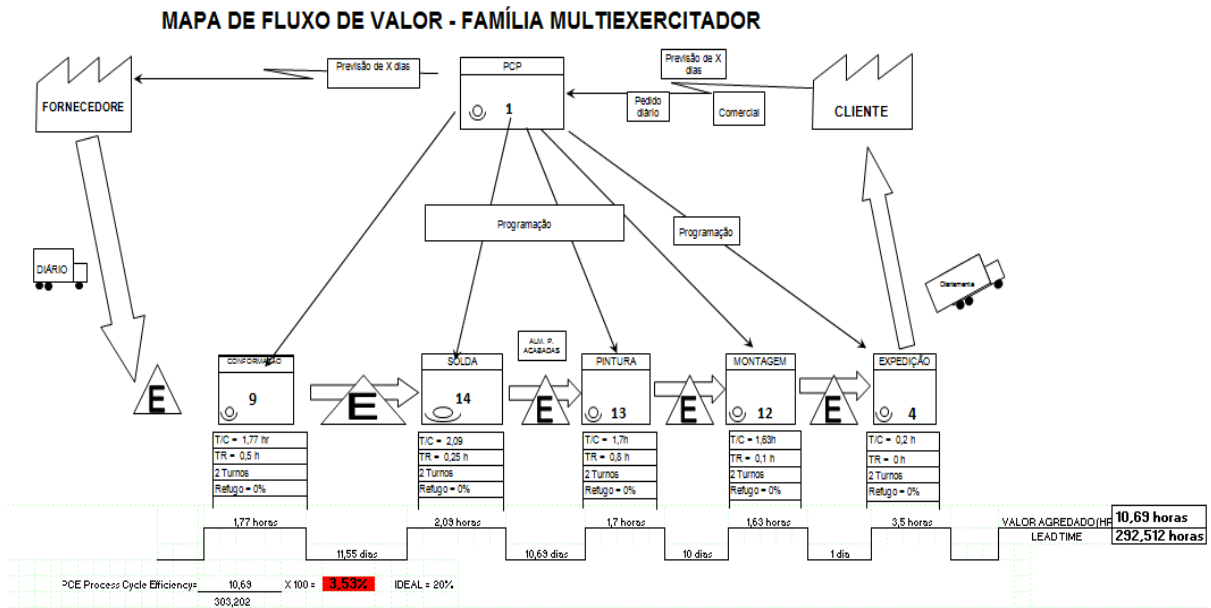
Fonte: Autoria própria (2017)

De acordo com a análise da Quadro 1, listou-se os equipamentos: ATI – Simulador de remo, ATI – Multi Exercitador, ATI – Esqui duplo, ATI – Pressão de pernas duplo, ATI – Surf duplo, ATI – Simulador de caminhada duplo, ATI – Rotação dupla diagonal e ATI – Simulador de cavalgada duplo, como os produtos que fazem parte da família a ser estudada. Conseqüentemente, todos os módulos individual, duplo e triplo desses equipamentos farão parte do estudo, por apresentarem as mesmas peças e mesmos processos, com a diferença apenas na quantidade de material utilizado.

Com base na análise dos Gráficos de Pareto, conclui-se que existem mais de 250 equipamentos diferentes fabricados pela empresa, e do total fabricado, apenas uma família de equipamentos, formada por 8 principais equipamentos, com suas variações em módulos individuais, duplos e triplos, totalizando 24 produtos, que absorvem cerca de 85% do total de número de equipamentos vendidos nos últimos anos.

Para esses equipamentos listados, foi realizado um mapeamento do fluxo de valor atual do produto com a finalidade de diminuição dos desperdícios e eventuais melhorias do processo, buscando um menor prazo de entrega ao cliente final. Com isso, obteve-se a Figura 5.

Figura 5 – Mapeamento do fluxo de valor atual



Fonte: Autoria própria (2017)

Com isso, o mapeamento do fluxo de valor foi realizado com base nesses principais produtos. Dessa forma, qualquer mudança e agregação de valor nesses equipamentos, será gerado um ganho significativo para a empresa.

De acordo com o mapa, o processo produtivo possui um *Lead Time* de 292,512 horas, e desse total, apenas 10,69 horas representam agregação de valor ao produto final, ou seja, apenas 3,53% do processo produtivo agrega valor ao que o cliente paga.

Com o mapeamento do fluxo de valor, foi possível observar os gargalos do processo produtivo, e listá-los para que planos de ações fossem desenvolvidos e as melhorias fossem proposta para a análise da diretoria e colocá-los em prática em busca dos resultados esperados, conforme o Quadro 2.

O plano de ação 5W1H permite considerar todas as tarefas a serem exetadas ou selecionadas de forma cuidadosa e objetiva, assegurando sua implementação de forma organizada.

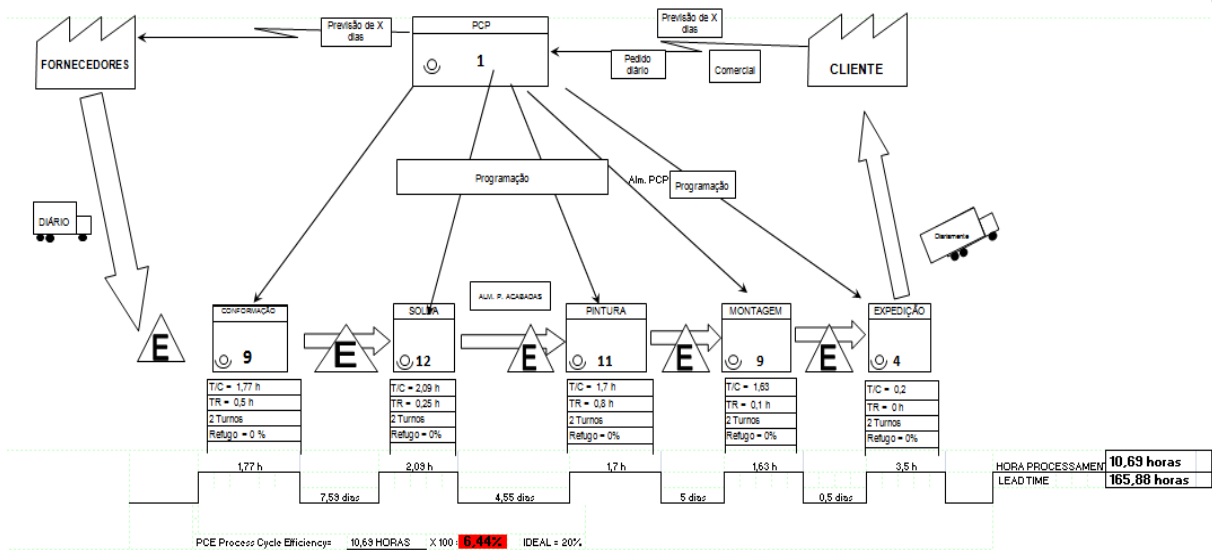
Quadro 2 – 5W1H

PROPOSTA DE MELHORIAS					
WHAT (O QUE)	WHO (QUEM)	WHEN (QUANDO)	WHERE (QUANDO)	WHY (POR QUÊ)	HOW (COMO)
Diminuição de lotes de produção	Engenharia	mai/17	Produção	Diminuição dos tempos de produção por lote	Imprimir novos cartões <i>kanban</i> com quantidade menores de peças
Novo Layout	Engenharia	mai/17	Empresa	Evitar movimentações desnecessárias e aumento da produtividade	Técnicas de análise de movimentação
Eliminar estoque de peças acabadas	Engenharia	mar/17	Empresa	Evitar gastos em momentos desnecessários	Consumir peças em estoque e não produzir sem pedido
Mapeamento do fluxo de valor futuro	Engenharia	abr/17	Produção	Atender clientes com prazos menores	Novo prazo de entrega para clientes

Fonte: Autoria própria (2017)

Após listar as ações de melhorias, o mapeamento do fluxo de valor futuro foi desenhado, com base nos resultados esperados de acordo com o planejamento e planos traçados. Como resultado, tem-se a Figura 6.

Figura 6 – Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro
MAPA DE FLUXO DE VALOR FUTURO - FÁMILIA MULTIEXERCITADOR



Fonte: Autoria própria (2017)

Com o mapa futuro, pode-se observar que a principal mudança foi a diminuição na quantidade de dias em que as peças ficavam no estoque em processo. É possível observar, que o número de colaboradores também diminuiu em alguns setores, por consequência da realização do trabalho somente quando necessário. Isso faz com que os funcionários fiquem obsoletos durante as horas de trabalho, e como resultado das ações, a folha de pagamento também diminuiu com o passar dos dias. Com o fracionamento dos lotes de produção, o tempo de ciclo continua o mesmo, porém o tempo para finalização do lote diminuiu em consequência do menor número de peças a serem produzidas de uma só vez, e dessa forma, mais peças passam a ser processadas em um intervalo de tempo menor, e assim, o estoque de peças em estoque está sempre abastecido em uma forma mais econômica, mas com que não falte nenhum item para o processo posterior. Com todas as mudanças realizadas, o objetivo final de diminuir o tempo de entrega do produto ao cliente final, passou de 292 horas para 165 horas.

4.3. Resultados e Discussões

- a) **Diminuição de lotes de produção:** através da análise do mapeamento, foi observado que os lotes de produção eram demorados pelo número de peças fabricadas de uma só vez, sendo que elas eram estocadas e demoram dias para serem consumidas, sendo assim, os lotes de produção se reduziram à metade, sem que os pedidos fossem afetados por falta de material.
- b) **Novo Layout:** para evitar movimentações desnecessárias entre os processos de fabricação, e melhor aproveitamento do barracão instalado, um novo layout foi criado para uma melhor produtividade e menor desperdício de movimentação e espaço físico. Os estoques intermediários que ficavam alocados por todo o chão de fábrica, em volta das máquinas, receberam um local destinado somente para o seu armazenamento, e as máquinas foram alocadas com uma proximidade entre elas, resultando em uma liberação de espaço para armazenamento do produto final conforme Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Layout antes/depois

Antes



Depois



Fonte: Pesquisa em campo (2017)

A Figura 7 mostra a visão do Antes e Depois do layout. Do lado esquerdo, é possível observar onde ficavam as máquinas de soldas Robôs e os estoques intermediários em volta do processo, dificultando a movimentação e ocupando um espaço desnecessário no Layout, e deixando a fábrica com um aspecto de “bagunça”. Com a reorganização do espaço, é possível verificar que as máquinas de soldas Robôs saíram do local e deram espaço aos produtos já finalizados, gerando um estoque de peças acabadas, com organização e um fluxo de movimentação mais “limpo”.

Figura 8 – Layout completo

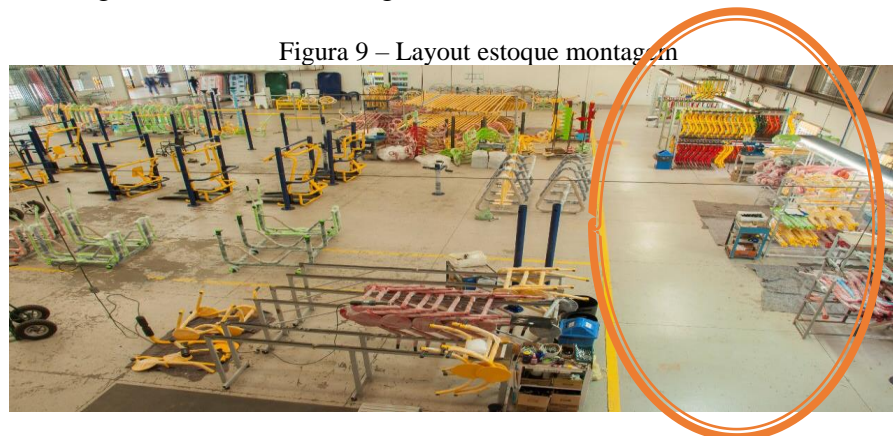


Fonte: Pesquisa em campo (2017)

De acordo com a Figura 8, verifica-se como ficou realocado o novo Layout da fábrica. Os estoques intermediários que ficavam ao redor das máquinas de solda, receberam um local mais apropriado, entre o setor de conformação, que é de onde as peças chegam, e o setor de solda, que é o setor para onde as peças vão. Dessa forma houve uma melhoria na organização dos estoques intermediários, e como resultado dessa organização, houve uma liberação maior do barracão para alocação das máquinas de soldas Robôs e consequentemente uma área maior para

o armazenamento das peças prontas no final do barracão. Seguindo assim um fluxo em linha reta, evitando cruzamentos e deixando o local com uma aparência de maior organização.

- c) **Eliminar estoques de peças acabadas:** com o intuito de evitar gastos desnecessários, optou-se por eliminar todas as peças que haviam no estoque de peças acabadas na linha de montagem que não tinha pedido. A empresa tinha como filosofia estocar peças pintadas sem mesmo ter pedido de cliente, isso gerava trabalho fora de hora necessária, gastos com materiais e mão de obra sem necessidade, e ocupava um espaço grande na área de montagem. Para melhorar o layout e os processos de montagem, as peças que já estavam no estoque foram consumidas conforme os pedidos iam entrando em carteira, e ele não eram mais repostos no local. Com a nova filosofia, uma peça só é pintada e vai para o setor de montagem se houver um pedido confirmado. Na sequência a peça já é montada com seus conjuntos e formam o produto final, já entrando na fila de espera para o carregamento, conforme Figura 9.



Fonte: Pesquisa em campo (2016)

O espaço que estava sendo utilizado para estoque intermediário, deu lugar a uma linha de preparação e montagem às peças que realmente tem pedido e assim dão fluxo ao processo, como observa-se na Figura 10.



Fonte: Pesquisa em campo (2017)

d) **Mapeamento do fluxo de valor Futuro:** Com o detalhamento dos processos no mapeamento de fluxo de valor atual, as análises foram devidamente realizadas com base nos tempos de *Lead Time* e **valor agregado**, e com as melhorias propostas, um novo Mapeamento do Fluxo de valor Futuro foi desenhado, com a finalidade de atender o cliente final, em um menor intervalo de tempo, utilizando apenas os recursos necessários, na quantidade certa e na hora programada. Com isso, chegou-se a um novo mapeamento da família de produtos que englobavam em torno de 85% de toda a demanda do chão de fábrica.

De acordo com o novo mapa, o processo produtivo possui um *Lead Time* de 165,88 horas, e desse total, 8,76 horas representam agregação de valor ao produto final, ou seja, no primeiro mapeamento apenas **3,53%** do processo produtivo agregava valor ao produto, e a partir desse redesenho e melhorias adotadas, o valor agregado passou a ser **6,44%**, um aumento significativo de **82%**, com um investimento financeiro quase zero e o *Lead Time* que antes era de 292,512 horas, passou a ser de 165,88, equivalente a uma diminuição em **44%** do tempo total.

Tabela 1 – Ganhos no *Lead Time*(horas)

SETOR	TEMPO ATUAL (HR)	TEMPO FUTURO (HR)	GANHOS (%)
Conformação	1,77	0,885	50%
Almoxarifado PCP	101,64	66,792	34%
Solda	2,09	1,045	50%
Almoxarifado P.A	94,072	40,04	57%
Pintura	1,7	1,7	0%
Almoxarifado Central	88	44	50%
Montagem	1,63	1,63	0%
Box pedidos	8,8	4,4	50%
Expedição	3,5	3,5	0%
Lead Time	292,512	165,88	44%
Valor agregado (%)	3,53%	5,34%	66%

Fonte: Autoria própria (2017)

5. Conclusão

O trabalho realizado serviu para mapear o fluxo de valor da fábrica nos últimos anos, e consequentemente enumerar melhorias com a ajuda da equipe de engenharia e produção da empresa estudada. É possível concluir, que a empresa, além de objeto de estudo, beneficiou-se de ações e melhorias implantadas ao longo da realização do projeto.

A importância do *Lean Manufacturing* nas indústrias brasileiras é a possibilidade da produção ao menor custo, eliminando as perdas; este sistema produtivo, também possibilita empresas a

fabricar uma grande variedade de produtos, conforme pedidos específicos além de entregá-los aos clientes com lead time mais curtos.

Com o mapeamento do fluxo de valor do produto, e utilização de ferramentas que auxiliam na filosofia *Lean Manufacturing*, foi possível realizar um trabalho em uma empresa metal mecânica, de médio porte, com foco em eliminação de desperdícios e melhorias de processo produtivo, que resultaram em mudanças estruturais e cultural, com a ajuda Diretoria e dos colaboradores que tiveram participação ao longo de todo o projeto.

Mesmo sem um alto investimento, é possível observar que culturas e melhorias podem ser implantadas em uma empresa, para que ela continue competitiva no mercado de trabalho. Na empresa estudada, as ações de melhorias pontuais e estudos realizados *in loco*, fizeram com que o *Lead Time* diminuísse em 46%, ou seja, o período de um pedido entrar e sair da fábrica, reduziu quase pela metade, fazendo com que a empresa pudesse ter mais um diferencial competitivo em relação aos concorrentes.

Mesmo com todos as melhorias e ganhos, o projeto também apresentou algumas limitações e dificuldades durante sua realização, como a mudança radical de cultura de produção empurrada para produção puxada, que já estava instaurada na empresa há 8 anos, o sistema de software utilizado contava com informações desatualizadas em relação aos tempos de produção e fichas técnicas do produto e não geravam gráficos para análises.

Como aprendizado para trabalhos futuros, vale ressaltar que para iniciar um mapeamento, é importante a empresa possuir todos dados disponíveis em sistema operacional para facilitar o desempenho e economizar energia em tomadas de tempos e mapeamentos de processos que acontecem diariamente. E para o mapeamento gerar resultados, outras ferramentas da filosofia *Lean Manufacturing* também serão de grande importância para analisar os dados e traçar planos de ações e melhorias.

Referências

AMASAKA, K. (Junho 2007). Applying New JIT—Toyota's global production strategy: Epoch-making innovation of the work environment. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 285- 293.

BARTZ, A.P.B et al. Aplicação da Produção Enxuta em uma indústria de produtos agrícolas. *Ingeniare, Revista chilena de ingeniería*. Vol. 21 N° 1, pp.147-158.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. *Gestao da qualidade*. Grupo Gen-Atlas, 2016.

- COSTA, N. C. O.; Freitas, B. R.; Maia, E. V. D. F.; Dantas, M. M. (2013). Análise crítica do processo produtivo de uma indústria de Sacolas plásticas: um estudo de caso. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, Brasil.
- Duncan, Ewan, Ritter, Ron. (2014) Next frontiers for lean. Mckinsey and Company. Available at: http://www.mckinsey.com/insights/Manufacturing/Next_frontiers_for_lean?cid=manufacturing-eml-alt-mkqmck-oth-1402
- FULLMAN, C. O Trabalho: mais resultado com menos esforço, custo: passos para a produtividade. São Paulo: Educator, 2009. 543p.
- HINES, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2010). Staying Lean: Thriving, Not just Surviving. New York: Productivity Press.
- LIKER, J.K. O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Reimpressão 2006. Porto Alegre: Bookman, 2006. 316p
- MACHADO, Marcio Cardoso; TOLEDO, Nilton Nunes, Gestão do processo de desenvolvimento de produtos: uma abordagem baseada na criação de valor. São Paulo: Atlas, 2008.
- MAFRA, R.; Santos, A. J. dos. (2015). Aplicação de conceitos de manufatura enxuta na indústria de Panificação e Confeitaria: caso de pequena empresa de panificação de Joinville, Brasil. Revista ESPACIOS. v. 36 n. 1, p.
- MATT, D. T. Adaptation of the value stream mapping approach to the design of lean engineer-to-order production systems: A case study. Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 25 nº.3, pp. 334- 350, 2014
- MORÓZ, G. Avaliação da aplicação da manufatura enxuta para a indústria moveleira. 2009.105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2009.
- MOURA, R A. Redução do tempo de setup: troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas. 1 ed. São Paulo: IMAN, 1996.
- MÜLLER, Cláudio J. Sistema Toyota de Produção. 2007. 12 f. Trabalho Acadêmico (Artigo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: . Acesso em: 3 mar. 2013.
- OHNO, Taiichi. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- OHNO, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. New York: Productivity Press.
- OLIVEIRA S. (2008). Metodologia para utilização de simulação em projetos de manufatura enxuta. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- ORTIZ, C. A. (2006). Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line. New York: CRC Press
- PIRES, Rafael Tombesi. Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor em uma empresa do ramo metalúrgico. Trabalho de diplomação de Engenharia de Produção e Transportes. UFRGS. Porto Alegre, 2008.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. Reimpressão 2009. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009. 99p.
- SALGADO, E.G. et al. Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. Gestão e Produção. São Carlos, v. 16, n. 3, p 1-13, jul./set. 2009.
- SANTOS, Ana Paula dos (2015). Proposta de melhoria no processo de solicitações de reparo em equipamentos: mapeamento de fluxo de valor (MFV): Estudo de caso.

SHINGO, Shigeo. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção. 2ª Ed. Bookman, Porto Alegre, 1996

SLACK, N. et al. Administração da produção. 2. ed. São Paulo: atlas, 1999

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Eстера Muszkat. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. Florianópolis, 2005.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci (2012). Mapeamento do Fluxo de Valor. Recuperado em <http://www.citisystems.com.br/mapeamento-fluxo-valor-1/>.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. A Mentalidade Enxuta nas Empresas – Elimine o Desperdício e Crie Riquezas. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. A mentalidade enxuta nas empresas. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. Lean Solutions. Free Press. 2005.

ZAWISLAK, P; GERBER, C; MARODIN, G. A Produção Enxuta Aplicada ao McDonald's. Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), 6 anais... FGV-EAESP, São Paulo, 2003.